

## OBJECT RECOGNITION METHOD

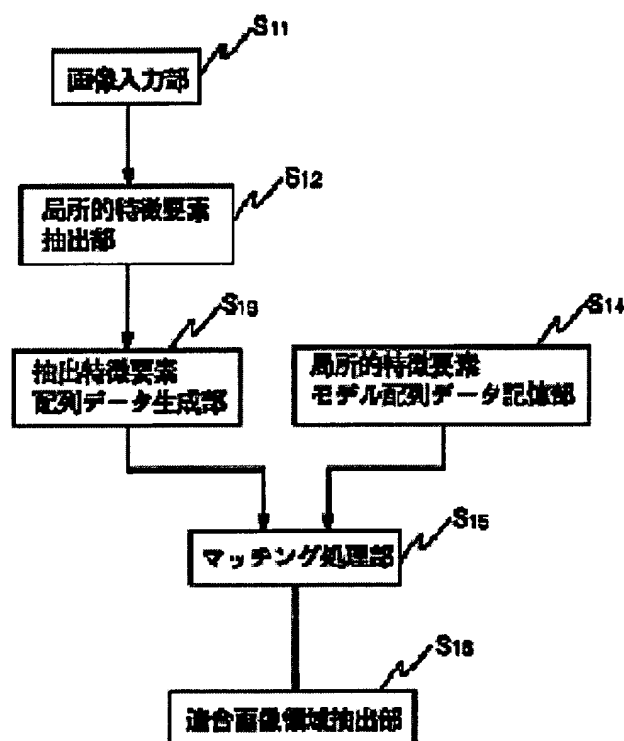
**Patent number:** JP7220090  
**Publication date:** 1995-08-18  
**Inventor:** MATSUGI MASAKAZU; IJIMA KATSUMI  
**Applicant:** CANON KK  
**Classification:**  
**- International:** G06T7/60; G06T7/00  
**- european:**  
**Application number:** JP19940010806 19940202  
**Priority number(s):** JP19940010806 19940202

Report a data error here

### Abstract of JP7220090

**PURPOSE:**To perform pattern recognition based on the limited number of feature elements and the relative arranging information of the feature element.

**CONSTITUTION:**An inputted image is held by recording at an image input part S11, and a local feature element in the image is extracted at a local feature element extraction part S12, and the arranging information of the local feature element is generated at an extracted feature element arranging data generating part S13, and the combination arranging information of the local feature element is stored in a local feature element model arranging data storage part S14 as storage information, and the generated arranging information of the local feature element and storage information are judged by collating at a matching processing part S15, then, an existence area in the image of judged recognition information can be detected and extracted at an adaptive image area extraction part S16.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

SPA 7-220090

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-220090

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G06T 7/60 7/00		9061-5L	G06F 15/70 15/62 15/70	365 415 350 M
		9061-5L		
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全10頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平6-10806  
(22) 出願日 平成6年(1994)2月2日

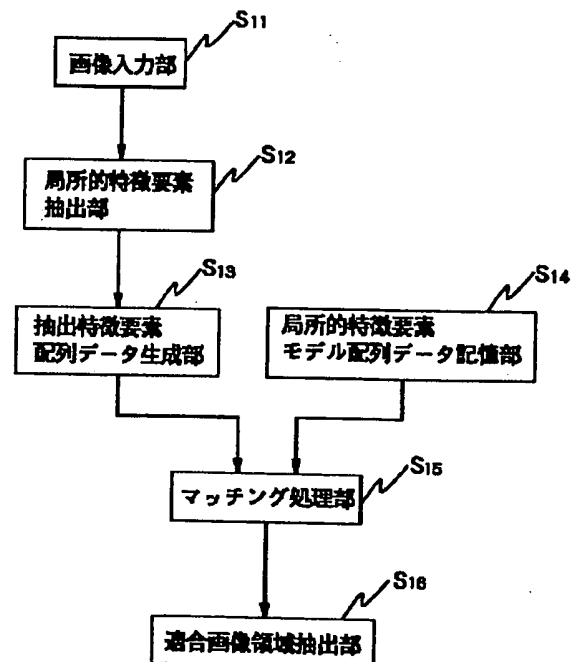
(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72) 発明者 真継 優和  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72) 発明者 飯島 克己  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 物体認識方法

(57) 【要約】

【目的】 限定された数の特徴要素と、特徴要素の相対的配置情報に基づくパターン認識を行う。

【構成】 画像入力部  $S_{11}$  において、入力された画像を記録して保持し、局所の特徴要素抽出部  $S_{12}$  において、画像中の局所の特徴要素を抽出し、抽出特徴要素配列データ生成部  $S_{13}$  において、局所の特徴要素の配置情報を生成し、局所の特徴要素モデル配列データ記憶部  $S_{14}$  において、認識すべき物体の、局所の特徴要素の組み合わせ配置情報を記憶情報として記憶し、マッチング処理部  $S_{15}$  において、生成した局所の特徴要素の配置情報と記憶情報とを照合して判定し、適合画像領域抽出部  $S_{16}$  において、判定した認識情報の画像中の存在領域を決定して抽出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像を記録して保持し、前記画像中の局所的特徴要素を抽出し、前記局所的特徴要素の配置情報を生成し、認識すべき物体の、前記局所の特  
徴要素の組み合わせ配置情報を記憶情報として記憶し、生  
成した前記局所の特徴要素の前記配置情報と前記記憶情  
報とを照合して判定し、判定した認識情報の前記画像中  
の存在領域を決定して抽出する、物体認識方法。

【請求項2】 入力された画像を記録して保持し、前記  
画像中の局所的特徴要素を抽出し、前記局所の特徴要素  
近傍領域の色、局所空間周波数、強度などの領域ベース  
情報を抽出し、前記局所の特徴要素と前記領域ベース情  
報との配置情報を生成し、認識すべき物体の、前記局所  
の特徴要素の組み合わせ配置情報を記憶情報として記憶  
し、生成した前記配置情報と前記記憶情報とを照合して  
判定する、物体認識方法。

【請求項3】 入力された画像を記録して保持し、前記  
画像中の局所の特徴要素を抽出し、認識すべき物体の、  
前記局所の特徴要素のモデル図形要素を第1の記憶情報  
として記憶し、抽出した前記局所の特徴要素と前記第1  
の記憶情報とから前記局所の特徴要素の中間的図形要素  
を抽出し、前記中間的図形要素の配置情報を生成し、認  
識すべき物体の、前記モデル図形要素の組み合わせ配置情  
報を第2の記憶情報として記憶し、生成した前記中間的  
図形要素の前記配置情報と前記第2の記憶情報とを照合  
して判定する、物体認識方法。

【請求項4】 前記局所の特徴要素として、複数方向の  
エッジセグメントの交差パターン、曲率一定の曲線の全  
部またはその一部、およびエッジセグメントを抽出す  
る、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の物体認識  
方法。

【請求項5】 前記局所の特徴要素の前記配置情報を、  
前記局所の特徴要素に所定の方法で離散化した数値を割  
り当てられた数値化要素の、2次元配列または3次元配  
列として表わす、請求項1ないし3のいずれか1項に記  
載の物体認識方法。

【請求項6】 前記局所の特徴要素の前記組み合わせ配置  
情報を、抽出した前記局所の特徴要素を所定サイズおよ  
び所定形状単位で構成される格子空間上に再配列して得  
られる特徴要素のパターンによって表わす、請求項1な  
いし3のいずれか1項に記載の物体認識方法。

【請求項7】 前記局所の特徴要素を抽出する処理を、  
複数の異なる大きさのスケールパラメータごとに行  
う、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の物体認識  
方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は特定被写体を中心とした  
撮像および画像の編集を行うためのパターン認識方法に  
関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の図形パターンなどの表示方法の一  
つとして、例えば特公平5-36830号の図形入力方  
式などのように、幾何学的図形シンボルのストロークの  
屈曲部分をあらかじめ用意した種々の屈曲パターン（形  
状プリミティブ）のいずれかで表現し、曲線部分を円弧  
によって近似する手法が知られており、幾何学的に簡単  
な図形の認識への応用が可能である。

【0003】 また、物体認識の一方法として特公平5-  
23463号の物体認識装置においては、認識物体の輪  
郭を追跡し、直線部あるいは円弧部などの形状プリミ  
ティブに分割し、それぞれの属性と各頂点の属性とを辞書  
としてメモリに登録し、辞書メモリをもとに、未知物体  
の各形状プリミティブを検索することによって認識を行  
う。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従  
来例では形状プリミティブの空間配置関係を認識のため  
に抽出している訳ではないので、同一対象であっても視  
点位置によって異なる画像パターンになる場合、あるい  
は何らかの要因により形状またはサイズの変化が生じた  
場合には、同一対象について膨大な数の2次元パターン  
情報を記憶し、かつパターン認識時にはその膨大な数の  
パターン情報とのマッチングを行う必要があり、演算コ  
ストも多大になるという問題点があった。

【0005】 また、一般的に画像中に複数の物体が存在  
する場合、あらかじめ領域分割を適切に行う必要があ  
り、一つの領域に一つの対象のみが存在するように領域  
分割をしてから認識処理を適用していた。

【0006】 かかる領域分割と対象パターンの認識とは  
表裏一体であり、自動的に完全に行うことは非常に困難  
であった。

【0007】 本発明は、このような点に鑑み、限定され  
た数の特徴要素と、特徴要素の相対的配置情報に基づく  
パターン認識を行うことを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の物体認識方法  
は、入力された画像を記録して保持し、前記画像中の局  
所的特徴要素を抽出し、前記局所の特徴要素の配置情報  
を生成し、認識すべき物体の、前記局所の特徴要素の組  
み合わせ配置情報を記憶情報として記憶し、生成した前記  
局所の特徴要素の前記配置情報と前記記憶情報とを照合  
して判定し、判定した認識情報の前記画像中の存在領域  
を決定して抽出する。

【0009】 本発明の物体認識方法は、入力された画像  
を記録して保持し、前記画像中の局所の特徴要素を抽出  
し、前記局所の特徴要素近傍領域の色、局所空間周波  
数、強度などの領域ベース情報を抽出し、前記局所の特  
徴要素と前記領域ベース情報との配置情報を生成し、認  
識すべき物体の、前記局所の特徴要素の組み合わせ配置情

報を記憶情報として記憶し、生成した前記配置情報と前記記憶情報とを照合して判定する。

【0010】本発明の物体認識方法は、入力された画像を記録して保持し、前記画像中の局所的特徴要素を抽出し、認識すべき物体の、前記局所的特徴要素のモデル図形要素を第1の記憶情報として記憶し、抽出した前記局所的特徴要素と前記第1の記憶情報とから前記局所の特

徴要素の中間的図形要素を抽出し、前記中間的図形要素の配置情報を生成し、認識すべき物体の、前記モデル図形要素の組み合わせ配置情報を第2の記憶情報として記憶し、生成した前記中間的図形要素の前記配置情報と前記第2の記憶情報とを照合して判定する。

【0011】前記局所的特徴要素としては、複数方向のエッジセグメントの交差パターン、曲率一定の曲線の全部またはその一部、およびエッジセグメントを抽出する。

【0012】前記局所的特徴要素の前記配置情報は、前記局所の特徴要素に所定の方法で離散化した数値を割り当てられた数値化要素の、2次元配列または3次元配列として表わす。

【0013】前記局所の特徴要素の前記組み合わせ配置情報は、抽出した前記局所の特徴要素を所定サイズおよび所定形状単位で構成される格子空間上に再配列して得られる特徴要素のパターンによって表わす。

【0014】前記局所の特徴要素を抽出する処理は、複数の異なる大きさのスケールパラメータごとに行う。

【0015】

【作用】

(a) 入力画像中の局所的特徴要素を抽出して配置情報を生成し、あらかじめ記憶した認識すべき物体の局所の特徴要素の組み合わせ配置情報と照合して認識情報を判定し、入力画像中の、認識情報の存在領域を決定し抽出している。その際に、局所の特徴要素として、複数方向のエッジセグメントの交差パターン、曲率一定の曲線の全部またはその一部、およびエッジセグメントを、複数の異なる大きさのスケールパラメータごとに抽出している。また、局所の特徴要素の配置情報を局所の特徴要素の離散化した数値化要素の2次元配列として表わしている。さらに、局所の特徴要素の組み合わせ配置情報を、抽出した局所の特徴要素を所定サイズおよび所定形状単位で構成される格子空間上に再配列して得られる特徴要素のパターンによって表わしている。上記の方法により、認識対象画像データに要するメモリ容量を節減し、認識処理の効率を向上することができる。

【0016】(b) 局所の特徴要素の配置情報を数値化要素の3次元配列に拡張することにより、画像に対する視点位置の変化に対応した同一物体の任意の視点位置からの物体認識、および撮像時の照明条件の変化に対応した物体認識の際に、抽出する局所の特徴要素の種類は敏

感に変化せず、画像中の物体の変形の影響を受け難い物体認識ができる。

【0017】(c) 局所の特徴要素近傍領域の色、局所空間周波数、強度などの領域ベース情報を抽出し、局所の特徴要素と領域ベース情報との配置情報を生成することにより、画像中に複数の物体が存在し、複数の物体の一部が互いに重なり合ったり接触するなどして物体の本来の形が欠ける、隠れるなどの強い変形が存在する場合でも、あらかじめ領域分割を行うことなくロバストな認識を行うことができる。

【0018】これにより画像中のどの位置にどの認識すべき対象があるかを出力し、その位置を中心とした撮像、あるいは対象画像を中心とした部分画像を原画像から抽出し、特定対象を中心とした撮像、あるいは特定対象を含む画像と他の画像と合成するなどの画像編集を、効率良く、かつロバストに行うために必要な情報を出力することができる。

【0019】(d) 局所の特徴要素の中間的図形要素を抽出し、中間的図形要素の配置情報を生成することにより、階層的特徴抽出に基づく認識を行うことができ、複数の物体が互いに重なり合うなどして撮像された画像においても、その影響を受け難いロバストな認識ができる。

【0020】

【実施例】本発明の実施例について、図面を用いて説明する。

【0021】図1は、本発明の第1実施例における処理部の構成図である。図1において、画像入力部 $S_{11}$ は、撮像手段により得られる画像データを所定記録媒体に記録し保持する。局所の特徴要素抽出部 $S_{12}$ は、画像中各領域において、スケールパラメータ $\sigma$ によりあらかじめ設定した、複数のスケール(サイズ)の有限個の局所の特徴要素、例えば種々のエッジセグメントの交差パターン(L型、T型、X型、Y型交差など)、種々の曲率(一定とする)および向きを有する曲線セグメントなどの線分(曲線分)で構成される局所の特徴要素パターンを抽出し、抽出した局所の特徴要素以外はデータとして保持しない。抽出特徴要素配列データ生成部 $S_{13}$ は、 $S_{12}$ で抽出した局所の特徴要素の画像データから、あらかじめ設定した2次元配列構造(セルアレイ)上に各局所の特徴要素を所定のデータフォーマットにより変換して、およその配置関係を保った配列データを生成する。また、局所の特徴要素モデル配列データ記憶部 $S_{14}$ は、認識すべき画像の局所の特徴要素パターンとして、モデル配列データ(複数可能)を記憶する。 $S_{14}$ において記憶したモデル配列データは、マッチング処理部 $S_{15}$ で一種のテンプレートとして使われる。 $S_{15}$ は、 $S_{13}$ の配列データと $S_{14}$ のモデル配列データとの差の2乗和などに代表される誤差量を評価し、誤差量が閾値以下となるようなモデル配列データを、認識パターンとして判定す

る。さらに適合画像領域抽出部  $S_{11}$  は、認識パターンの原画像中の存在領域を決定し、抽出する。

【0022】  $S_{11}$  以降の各処理部での処理内容について、以下に説明する。

【0023】 図2は、抽出した局所的特徴要素パターン例を示す図である。 $S_{11}$  で抽出すべき局所的特徴要素であるエッジセグメントの交差パターン抽出方式としては、Deriche, R., Giraudon, G. (1993) (International Journal of Computer Vision, Vol.10, 101-124), Rohr, K. and Schnoerr, C. (1993) (Image and Vision Computing, Vol.11, 273-277)、磯、志沢 (1993) (信学技報, Vol.1E92-125, pp.33-40)などの方式が挙げられるが、ここでは特に限定するものではない。図2においては、L型交差として、向きの異なる有限個 ( $L_1, L_2, \dots$ 、

【0024】

【外1】

$$\overline{L_1}, \dots, \overline{L_4}$$

の要素 (ここでは8個) に限る。交差角度  $\beta$  は  $0^\circ < \beta < 180^\circ$  とし、交差角度でL型交差の種別を分けるのではなく、L型交差の向き (交差の2等分角度線方向) で8種類に分けている。L型交差の組み合わせによって得られるT型、X型、Y型、アロー型の交差についても、上記のRohr, K. and Schnoerr, C. (1993)などに提示される方式により抽出することができる。

【0025】 また、他の局所的特徴要素である曲率一定の曲線要素の抽出方式としては、Koenderink, J. and Richards, W. (1988) (J. Opt. Soc. Am. A, Vol.5, pp.1136-1141)、Li, S. Z. (1990) (International Journal of Computer Vision, Vol.5, pp.161-194)などに説明されている。図2においては、曲率一定の曲線要素、すなわち円弧の方向をその中点での内向き法線ベクトルの方向により有限個 ( $C_{11}, C_{12}, \dots$ 、

【0026】

【外2】

$$\overline{C_{v1}}, \dots, \overline{C_{v4}}$$

の要素 (ここでは8個) に限る。

【0027】 さらに、上記の交差パターンまたは曲率要素抽出時のスケーリングパラメータ  $\sigma$  を離散的に有限個 (例えば  $\sigma = 2, 4, 8, 16, 32$  画素の5個) 設定し、各スケーリングパラメータごとに局所的特徴要素の抽出を行う。この  $\sigma$  は、前記交差パターンあるいは曲率要素の抽出の際に行われるスムージング (例えば

【0028】

【数1】

$$G(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$

のガウシアン関数との畳み込み演算などによる) の程度

を表わす。 $S_{11}$  は、あらかじめ設定した局所的特徴要素のうち最も近いものを抽出して符号化する処理までを含む。

【0029】 図3は、図2の局所的特徴要素を用いた顔画像の符号化例を示す図であり、 $S_{11}$  により顔画像のあるスケーリングパラメータ  $\sigma$  で符号化している。

【0030】 次に、 $S_{11}$  では、符号化した局所的特徴要素の空間配置関係を、あらかじめ設定したサイズおよび形状のセルからなる格子空間上にマッピングすることにより表現する。図4は、符号化した局所的特徴要素配列表示用格子空間例を示す図である。図4においては、格子空間をN、E、W、S、NE、NW、SW、SEの8方向に区分し、矩形の格子サイズをスケーリングパラメータ  $\sigma$  と同程度に設定する。このようにして局所的特徴要素間の大まかな配置関係に再構成し直すことにより、元の画像の変形に対して不変な画像表現を得る。さらに各スケーリングパラメータ  $\sigma$  ごとにこのような画像の不変表現形式を抽出することにより、認識すべき画像を、符号化した局所的特徴要素間の相対配置関係の空間サイズによらない共通な局所的特徴要素パターンモデルとして、あらかじめ記憶させることができる。

【0031】 このように第1実施例は、画像をより少ない数のあらかじめ設定した局所的特徴要素と限定された数のマトリクス状の空間配置関係との組み合わせで表現することにより、物体認識プロセスの効率向上 (すなわち演算コストの低減) と、物体の画像中のサイズの変化および変形による影響を受け難い物体認識を可能にしている。

【0032】 次に、格子空間にマッピングした局所的特徴要素配列を認識するために必要な配列データの符号化について説明する。第1実施例では、 $S_{11}$  において、モデル配列データと実画像から生成した抽出特徴要素配列データとのマッチングにより認識を実行するが、これを計算機の数値演算により実行するためには局所的特徴要素の各パターンを何らかの方法で数値化する必要がある。そこで全局所的特徴要素数をMとして、各局所的特徴要素に例えば1からMまでの番号を付ける。付番の方法は特に限定する必要はないが、同一カテゴリの局所的特徴要素 (例えば向きの異なるL型交差) 同士は連続または値の近い番号とすることが望ましい。また局所的特徴要素の存在しないセル (配列) の値は0または前記付番の番号以外の値を用いればよい。局所的特徴要素の数値符号化後の認識の処理例としては、通常のテンプレートマッチングの手法を用いてもよい。ただしモデル配列データは画像のサイズによらない点が従来のテンプレートベースの方式とは異なる。すなわち画像からスケーリングパラメータ  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$  でそれぞれ局所的特徴要素を符号化してモデル配列データとマッチングをとる際には、モデル配列の格子サイズを仮想的に実際の画像から抽出したデータの格子サイズと一致するように

縮小または拡大させる。したがって、異なる格子サイズごとに認識すべき画像の局所的特徴要素のモデル配列データを用意する必要がない。

【0033】例えば顔画像の認識の場合には、認識に必要な部位となる目、口などに対して、あらかじめL型交差、曲線要素などの局所的特徴要素によりサイズ不変のモデルマスクデータを作成し、さらに目と口の相対位置関係を保持したサイズ不変のモデル配列データ（ただし局所的特徴要素抽出時のスケーリングパラメータ $\sigma$ に応じて縮小あるいは拡大する）をマスクパターンとして記憶し、局所的特徴要素抽出後の画像の各領域を走査して、最小2乗法などによりモデル配列データとのマッチングの度合を計算する。すなわち

【0034】

【外3】

$$I_M^{\sigma}(i,j)$$

をスケーリングパラメータ $\sigma$ で正規化した格子空間上 $(i, j)$ の位置におけるセルの値（局所的特徴要素に対応）とし、

【0035】

【外4】

$$I_P^{\sigma}(k,p)$$

をスケーリングパラメータ $\sigma$ での格子空間上 $(i, j)$ の位置におけるセルの値とすると、認識の演算過程は、例えば数2で定義される。

【0036】

【数2】

$$F(k,p) = \sum_{i,j \in J} \| I_M^{\sigma}(i,j) \cdot I_P^{\sigma}(i+k,j+p) \|$$

この $F(k, p)$ が所定の閾値以下（あるいは閾値以上）で極小（あるいは極大）となる位置 $(k, p)$ を求めることによって、認識すべき対象が原画像中のどの位置にあるかを出力する。ここで $\|x, y\|$ は、 $(x-y)$ の絶対値または $(x-y)^n$ （ $n=1, 2, \dots$ ）など、 $(x-y)$ に関する偶関数で非負値をとるものが望ましい。この場合には $\|x, y\|$ が閾値以下のとき、 $y$ は $x$ であると認識する。また $J$ は認識すべき対象の格子空間上で占める配列要素の範囲を示し、標準的には $(i=1, 2, \dots, q; j=1, 2, \dots, r)$ のよ

うに定めればよい。

【0037】また関数 $F(k, p)$ としては

【0038】

【外5】

$$I_M^{\sigma}(i,j)$$

と

【0039】

【外6】

$$I_P^{\sigma}(i+k,j+p)$$

との相関を計算してもよい。この場合は $q \times r$ のブロックサイズのモデル配列データ

【0040】

【外7】

$$I_P^{\sigma}(i,j)$$

を画像からの抽出データ

【0041】

【外8】

$$I_P^{\sigma}(i+k,j+p)$$

上を走査しながら、相関値が閾値以上で極大となる

$(k, p)$ を求める。さらに、認識すべき対象を中心とした撮像システム、画像編集システムへ処理結果を出力して所望の機能動作を行ってもよい。

【0042】図5は、本発明の第2実施例における3次元格子空間の構造図を示す。第2実施例では、第1実施例で説明した局所的特徴要素の3次元的な空間配置関係を抽出し、モデル化する。立体計測の手法としては、実写の画像（例えば所定の値で離間した2台のカメラで撮像して得られるステレオ写真）から画像処理により対応点を抽出する方法、レーザ光線を照射して反射光の位相を計測する方法、あるいは構造パターン（メッシュパターンなど）を投影してその変形度を測る方法などが挙げられる。

【0043】図5においては、格子空間のセル形状を球面を経度および緯度方向に等分割して得られる矩形としているが、他の形状単位（例えば三角形など）で他の立体（例えば円柱）を分割して得てもよい。このように3次元格子空間は、対象物体の任意視点位置からの画像を認識する場合に適用することができる。すなわち同一対象であっても、ある視点から見て得られる画像と他の視点による画像とは一般的に異なり、1枚の2次元画像からだけでは、視点位置を変えたときの画像パターンの変化を予測することは困難であり、また全ての視点位置からの画像を記録して認識に利用することもほとんど不可能である。しかしながら、限定された数の局所的特徴要素の3次元的な空間配置関係を3次元的に離散化した代表点（格子空間上の一点）にマッピングしたものをマッチング用モデルデータとし、同じドメイン（格子空間）で実際の画像とのマッチングの度合いを測ることに

より任意の視点位置からの立体的画像認識に要する処理の効率向上とメモリの節減を飛躍的に図ることができる。

【0044】第2実施例では、球面上を被覆する有限個のセルからなる領域（認識すべき対象のある視点から見るときに見える範囲に相当）の個々のセルに局所的特徴要素に固有な数値（あるいは記号）を設定して得られる $n \times m$ 配列ブロックのモデル配列データを、実際の画像からの $N \times M$ 配列ブロック（ $N > n, M > m$ ）の配列データ上を走査して、第1実施例と同様のマッチング処理を行う。

【0045】図6は、本発明の第3実施例における処理部の構成図である。図6において、画像入力部 $S_{11}$ 、局所的特徴要素抽出部 $S_{12}$ 、マッチング処理部 $S_{13}$ は、それぞれ図1の $S_{11}$ 、 $S_{12}$ 、 $S_{13}$ と同様の処理を行う。領域情報抽出部 $S_{14}$ においては $S_{12}$ と同様に、スケーリングパラメータ $\sigma$ に応じた大きさのブロックごとに、局所的特徴要素を含む近傍領域の代表色、平均強度、局所空間周波数などの領域情報の抽出を行う。 $S_{11}$ から入力された画像は、 $S_{12}$ および $S_{14}$ において所定の処理が施される。配列データ生成部 $S_{15}$ は、 $S_{12}$ および $S_{14}$ により抽出した局所的特徴要素および領域情報から、配列データの生成を行う。モデル配列データ記憶部 $S_{16}$ は、スケーリングパラメータ $\sigma$ に応じた矩形ブロックであらかじめ分割した認識すべき画像の各ブロックごとに、局所的特徴要素および領域情報を抽出した、モデル配列データを記憶する。

【0046】以下、領域情報として色を例にとり、2次元画像認識に限定して説明する。抽出するブロックごとの代表色としては、以下に定義される色ベクトル

【0047】

【外9】

$$(\bar{R}, \bar{G}, \bar{B})$$

を用いる。

【0048】

【数3】

$$\bar{R} = \frac{\sum_{ij} I_{ij}^R}{I}, \quad \bar{G} = \frac{\sum_{ij} I_{ij}^G}{I}, \quad \bar{B} = \frac{\sum_{ij} I_{ij}^B}{I}$$

$$I = \sum_{ij} (I_{ij}^R + I_{ij}^G + I_{ij}^B)$$

ここに

【0049】

【外10】

$$I_{ij}^R$$

は画像中の画素位置 $(i, j)$ におけるセンサのR画素の出力強度を表わし、

【0050】

【外11】

$$I_{ij}^G, I_{ij}^B$$

は同様にG画素、B画素の出力強度を表わす。記号

【0051】

【外12】

$$\sum_{ij}$$

はブロックごとの画素値の加算を示し、同じブロック内にある全ての画素位置 $(i, j)$ にわたって行う。

【0052】このようにして、 $S_{12}$ と $S_{14}$ においてスケーリングパラメータ $\sigma$ ごとに抽出する局所的特徴要素

と代表色などの領域情報に基づいて、 $S_{14}$ において認識処理のための配列データの生成を行う。

【0053】 $S_{14}$ において記憶するモデル配列データ

は、局所的特徴要素用の

【0054】

【外13】

$$I_{MP}^Q(k, p)$$

領域情報用の

【0055】

【外14】

$$I_{MA}^Q(k, p)$$

それぞれの配列における、局所的特徴要素あるいは代表色固有の数値データである。例えば位置 $(k, p)$ のブロックの色に関しては

【0056】

【数4】

$$I_{MA}^Q(k, p) = (I_{GR}(k, p), I_{BR}(k, p))$$

$$I_{GR}(k, p) = \frac{\bar{G}(k, p)}{\bar{R}(k, p)}, \quad I_{BR}(k, p) = \frac{\bar{B}(k, p)}{\bar{R}(k, p)}$$

20

の様に2次元ベクトル表示してもよいし、元のまま

【0057】

【外15】

$$(\bar{R}, \bar{G}, \bar{B})$$

を用いてもよい。局所的特徴要素に関しては第1実施例に示したとおりである。

【0058】モデル配列データと画像から抽出した配列データとのマッチング、すなわち認識の過程の第1の方法としては、初めに領域情報(色)ベースでマッチング

30

をとり、次に色でおよその類似対応がとれた領域(ブロック)について局所的特徴要素ベースでマッチングをとる方法でもよい。第2の方法としては、マッチングの順序を逆にして先に局所的特徴要素ベースで類似対応がとれる領域を抽出し、次にそれら領域ごとに色ベースでの類似対応の絞り込みを行ってもよい。また第3の方法としては、局所的特徴要素ベースでのマッチングの評価関数 $f_r$ と領域情報ベースでのマッチングの評価関数 $f_a$ とを適当な重み $\lambda$ をつけて加算した総合評価関数 $f$

$$f = f_r + \lambda f_a \quad (1)$$

40

の値が所定の閾値以下となるような位置を求めてもよい。ただし第1および第2の方法において「マッチングをとる」とは第1実施例に示したようにモデルデータ

【0059】

【外16】

$$I_{MP}^Q(k, p)$$

および

【0060】

【外17】

$$I_{MA}^Q(k, p)$$

と実際の画像からの抽出データ

【0061】

【外18】

$$I_{DP}^G(k,p), I_{DA}^G(k,p)$$

に対し適当な評価関数

【0062】

【数5】

$$f_P(k,p) = \sum_{i,j} \| I_{MP}^G(i,j) I_{DP}^G(i+k,j+p) \|$$

$$f_A(k,p) = \sum_{i,j} \| I_{MA}^G(i,j) I_{DA}^G(i+k,j+p) \|$$

が所定の閾値以下となる  $(k, p)$  を求めることである。なお  $\|x, y\|$  は第1実施例で提示した関数である。

【0063】なお、局所的特徴要素情報と領域情報とを組み合わせることにより画像中に複数の物体が存在し、複数の物体の一部が重なりあっているような状態においても、あらかじめ領域分割して一つの領域内に一つの物体のみを存在させることなく、認識を行うことができる。図7は、T型交差が遮蔽により生じる場合の3領域の説明図である。図7においては、画像中から他の局所的特徴要素と比べて大きなサイズでT型交差を検出し、かつそのサイズでのT型交差に接する3つの領域情報  $A_{r1}$ 、 $A_{r2}$ 、 $A_{r3}$  の属性（例えば色）が、 $A_{r2}$  と  $A_{r3}$  はほぼ等しいが  $A_{r1}$  とは大きく異なる場合などには、 $A_{r1}$  によって  $A_{r2}$  および  $A_{r3}$  に対応する物体が一部遮蔽された状況に相当する可能性があり、T型交差近傍において  $A_{r2}$  および  $A_{r3}$  を含む領域での画像を認識する場合は、モデル配列データとのマッチングをとる際に、実際の画像データから  $A_{r1}$  を含み  $A_{r1}$  と同じ属性をもつ領域を除いたり、誤差の極小値検出によって閾値レベルの認識の判定を行うときはこれを所定値上げ、相関によって判定を行う場合にはこれを所定値下げるなどの処理を  $S_{11}$  に加えることにより、領域分割を前提としない認識ができる。

【0064】図8は本発明の第4実施例における処理部の構成図である。図8において、画像入力部  $S_{11}$ 、局所的特徴要素抽出部  $S_{12}$ 、配列データ生成部  $S_{13}$ 、マッチング処理部  $S_{14}$  は、図1の  $S_{11}$ 、 $S_{12}$ 、 $S_{13}$ 、 $S_{14}$  と同様の処理を行う。中間的図形要素抽出部  $S_{15}$  は、物体の画像の一部を形成し図形コンセプトとして意味をもつまとまり、すなわち中間的図形要素を抽出する。モデル図形要素記憶部  $S_{16}$  は、中間的図形要素のモデル図形要素を、あらかじめ記憶する。モデル図形要素配列データ記憶部  $S_{17}$  は、 $S_{15}$  の配列データとのマッチングをとるための、モデル図形要素配列データを、あらかじめ記憶する。

【0065】第4実施例では、 $S_{11}$  において抽出を行った後に、 $S_{15}$  において、中間的図形要素として、例えば顔画像中の目、鼻、口、眉、耳などに相当する領域を抽出する。抽出した中間的図形要素は、例えば顔全体のよう

層的に中位レベルの局所的特徴要素に属し、第1ないし第3実施例で抽出した局所的特徴要素は下位レベルの局所的特徴要素として位置づけることができ、格子空間上での空間的配置関係により中間的図形要素を表現するものである。

【0066】 $S_{11}$  においてあらかじめ記憶した目、口などのモデル図形要素を、 $S_{15}$  において下位レベルで抽出した局所的特徴要素の空間配置に基づいて  $S_{15}$  において抽出した後、 $S_{15}$  において中位レベルでの配列データをそれぞれの中間的図形要素に固有の数値データあるいは記号によって生成する。

【0067】図9は、中間的図形要素の一部による顔画像の符号化例を示す図である。図9においては、 $S_{15}$  において画像から抽出した中間的図形要素と、 $S_{15}$  において抽出した認識すべきモデル図形要素とを、 $S_{15}$  においてマッチングをとることにより、複数の物体が互いに重なり合うなどして撮像された画像においても、その影響を受け難いロバストな認識が可能となる。すなわち顔画像の認識においては、前処理として中間的図形要素である目、鼻、口などを抽出し、図9に示すように格子空間上に相対位置を符号化して（ここでは目は9、鼻は5、口は1に数値化している）表わすが、顔のうちのこれらいずれかの要素が前述した要因により欠落した画像であっても、他の中間的図形要素の空間配置が顔画像の構成と矛盾しなければ顔と認識することができる。

【0068】第4実施例における上記のような無矛盾性の検出は、中間的図形要素レベルの格子空間上のモデル配列データとのマッチングが所定の閾値以上（あるいは以下）で極大（あるいは極小）となるような位置を検出することに等しい。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、以下のような効果を有する。

【0070】入力画像中の局所的特徴要素を抽出して配置情報を生成し、あらかじめ記憶した認識すべき物体の局所的特徴要素の組み合わせ配置情報と照合して認識情報を判定し、入力画像中の、認識情報の存在領域を決定し抽出している。その際に、局所的特徴要素として、複数方向のエッジセグメントの交差パターン、曲率一定の曲線の全部またはその一部、およびエッジセグメントを、複数の異なる大きさのスケールパラメータごとに抽出している。また、局所的特徴要素の配置情報を局所的特徴要素の離散化した数値化要素の2次元配列として表わしている。さらに、局所的特徴要素の組み合わせ配置情報を、抽出した局所的特徴要素を所定サイズおよび所定形状単位で構成される格子空間上に再配列して得られる特徴要素のパターンによって表わしている。上記の方法により、認識対象画像データに要するメモリ容量を節減し、認識処理の効率を向上することができるという効果を有する。



【0071】すなわち第1実施例に示すように、画像をより少ない数のあらかじめ設定した局所的特徴要素と限定された数のマトリクス状の空間配置関係との組み合わせで表現することにより、物体認識処理の効率向上（すなわち演算コストの低減）と、物体の画像中のサイズの変化および変形による影響を受け難い物体認識を可能にしている。

【0072】また、局所的特徴要素の配置情報を数値化要素の3次元配列に拡張することにより、画像に対する視点位置の変化に対応した同一物体の任意の視点位置からの物体認識、および撮像時の照明条件の変化に対応した物体認識の際に、抽出する局所的特徴要素の種類は敏感に変化せず、画像中の物体の変形の影響を受け難い物体認識ができるという効果を有する。

【0073】すなわち第2実施例に示すように、限定された数の局所的特徴要素の3次元的空間配置関係を3次元的に離散化した代表点（格子空間上の一点）にマッピングしたものをマッチング用モデルデータとし、同じドメイン（格子空間）で実際の画像とのマッチングの度合いを測ることにより任意の視点位置からの立体的画像認識に要する処理の効率向上とメモリの節減を飛躍的に図ることができる。

【0074】さらに、局所的特徴要素近傍領域の色、局所空間周波数、強度などの領域ベース情報を抽出し、局所的特徴要素と領域ベース情報との配置情報を生成することにより、画像中に複数の物体が存在し、複数の物体の一部が互いに重なり合ったり接触するなどして物体の本来の形が欠ける、隠れるなどの強い変形が存在する場合でも、第3実施例に示すように、あらかじめ領域分割を行うことなくロバストな認識を行うことができるという効果を有する。

【0075】これにより画像中のどの位置にどの認識すべき対象があるかを出力し、その位置を中心とした撮像、あるいは対象画像を中心とした部分画像を原画像から抽出し、特定対象を中心とした撮像、あるいは特定対象を含む画像と他の画像と合成するなどの画像編集を、効率良く、かつロバストに行うために必要な情報を出力することができるという効果を有する。

【0076】加えて、局所的特徴要素の中間的図形要素

を抽出し、中間的図形要素の配置情報を生成することにより、階層的特徴抽出に基づく認識を行うことができ、複数の物体が互いに重なり合うなどして撮像された画像においても、その影響を受け難いロバストな認識ができるという効果を有する。

【0077】すなわち第4実施例に示すように、認識の前処理として中間的図形要素を抽出して格子空間上に相対位置を符号化して表わし、これらいずれかの要素が前述した要因により欠落した画像であっても、他の中間的図形要素の空間配置が認識すべき物体の構成と矛盾しなければ、認識を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例における処理部の構成図

【図2】抽出した局所的特徴要素パターン例を示す図

【図3】図2の局所的特徴要素を用いた顔画像の符号化例を示す図

【図4】符号化した局所的特徴要素配列表示用格子空間例を示す図

【図5】本発明の第2実施例における3次元格子空間の構造図

【図6】本発明の第3実施例における処理部の構成図

【図7】T型交差が遮蔽により生じる場合の3領域の説明図

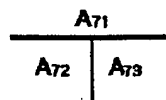
【図8】本発明の第4実施例における処理部の構成図

【図9】中間的図形要素の一部による顔画像の符号化例を示す図

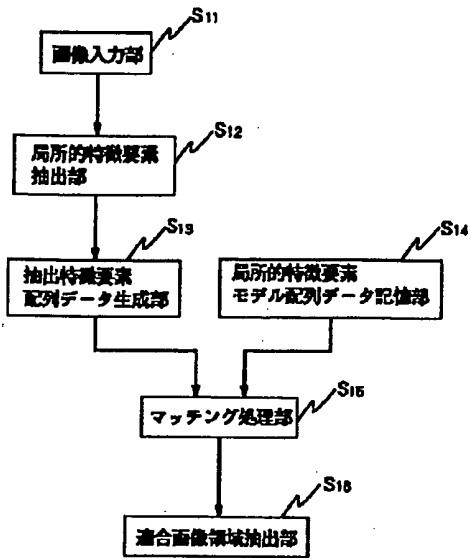
#### 【符号の説明】

$S_{11}, S_{12}, S_{13}$  画像入力部  
 $S_{11}, S_{12}, S_{13}$  局所的特徴要素抽出部  
 $S_{13}$  抽出特徴要素配列データ生成部  
 $S_{14}$  局所的特徴要素モデル配列データ記憶部  
 $S_{11}, S_{12}, S_{13}$  マッチング処理部  
 $S_{14}$  適合画像領域抽出部  
 $S_{11}$  領域情報抽出部  
 $S_{13}, S_{14}$  配列データ生成部  
 $S_{14}$  モデル配列データ記憶部  
 $S_{14}$  モデル図形要素配列データ記憶部  
 $S_{17}$  中間的図形要素抽出部  
 $S_{11}$  モデル図形要素記憶部

【図7】



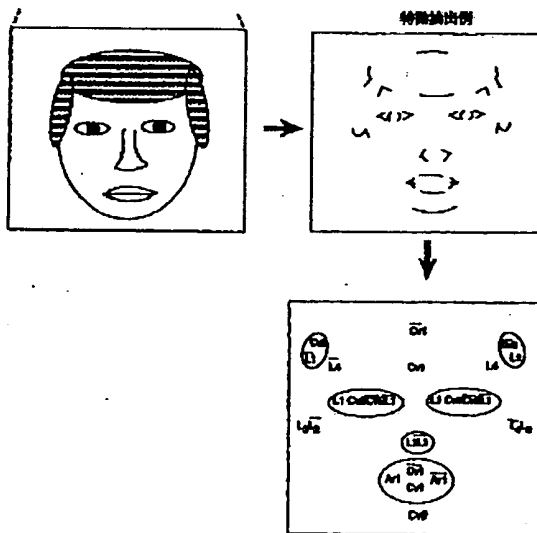
【図1】



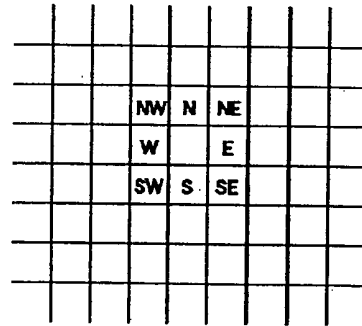
【図2】

- ① L型交差  $\begin{matrix} < & \vee & > \\ L_1 & L_2 & L_3 & L_4 & \bar{L}_1 & \bar{L}_2 & \bar{L}_3 & \bar{L}_4 \end{matrix}$
- ② 曲線 (曲率)  $\begin{matrix} \sim & \sim & ( & ) & \cdots \\ C_{V1} & \bar{C}_{V1} & C_{V2} & \bar{C}_{V2} & \end{matrix}$
- ③ フロ-型交差  $\begin{matrix} < & > & \wedge & \vee & \cdots \\ A_{11} & \bar{A}_{11} & A_{12} & \bar{A}_{12} & \end{matrix}$
- ④ 円  $\begin{matrix} \bigcirc \\ C_r \end{matrix}$
- ⑤ T型交差  $\begin{matrix} \top & \perp & \vdash & \dashv & \cdots \\ T_1 & \bar{T}_1 & T_2 & \bar{T}_2 & \end{matrix}$

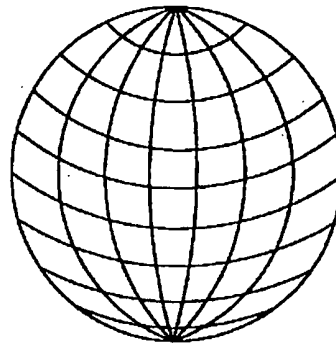
【図3】



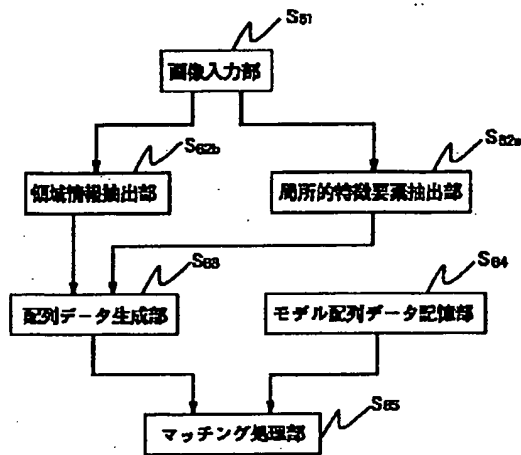
【図4】



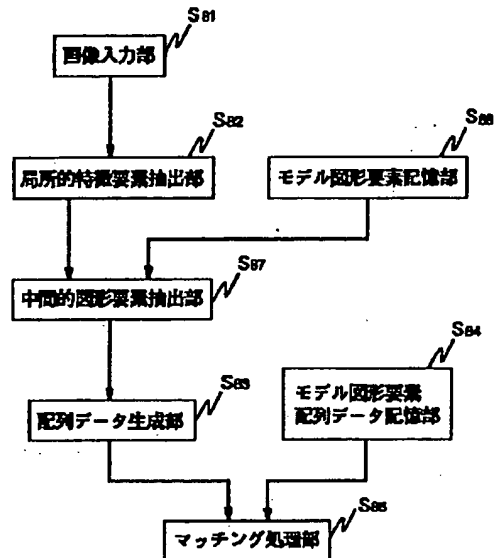
【図5】



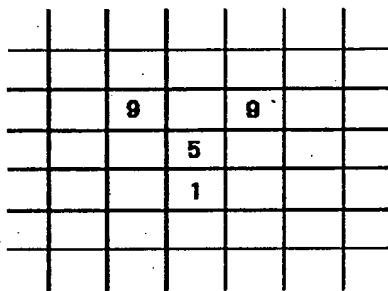
【図 6】



【図 8】



【図 9】



9:目

5:鼻

1:口

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

9061-5L

460 B

9061-5L

460 F

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**